

アサリをモデルとした大阪湾および周辺海域の干潟生物ネットワークの解明（その 2）

（氏名） 浜口昌巳

（所属・役職）（独）水産総合研究センター

瀬戸内海区水産研究所・生産環境部

藻場・干潟グループ 主幹研究員

【研究目的】干潟生物のほとんどが浮遊幼生期を持つが、その期間は長いものでは 1 カ月を超えるため比較的広範囲に拡散する。従って、大阪湾、東京湾、伊勢湾、三河湾等のスケールの海域内の干潟では、干潟生態系はそれぞれ単独で存在するのではなく、隣接あるいは湾内に点在する干潟間では浮遊幼生のやり取りがあり、相互に繋がって存在していると考えられる。このような構造は、生態学的にはメタ個体群と呼ぶが、風呂田はその概念と生息場所の連結性（connectivity）の概念を判り易く説明するために生物ネットワークという言葉の提唱している。大阪湾の干潟生態系を保全・再生するためには、まず、干潟生態系間のネットワークの状態を調べる必要がある。

浮遊幼生期を持つ海洋生物のネットワークを調べるためには、実海域において調査対象となる種の浮遊幼生の分布調査と海水流動シミュレーションモデルを組み合わせる方法と、マイクロサテライト（以下 MS と略する）マーカー等の高精度遺伝子マーカーにより個体群間の遺伝子交流の程度を調べることによって推定する方法がある（浜口他 2005）。このうち前者は、浮遊幼生がパッチ状分布をすることにより時空間的に高密度な調査が必要であるため莫大な費用が必要であるが、後者は比較的少ない費用で干潟生物のネットワークによる交流の程度を調べることができる。

我が国の干潟の代表種であるアサリは 2～3 週間程度の浮遊幼生期を持ち、その間に干潟間のネットワークを生じると考えられるが、全国的には減少しており、大阪湾及びその周辺海域でも、資源再生や保全が切望されている。

そこで、本研究申請では、アサリを干潟生態系のモデル生物として、MS マーカーを用いた方法で大阪湾およびその周辺海域の個体群を調べ、ネットワークによる遺伝子交流の程度を推定する。これによって、まず、大阪湾の干潟生態系の現状を診断し、次いで、その診断結果に基づいて大阪湾の干潟生態系の保全・再生策を提唱する。

【研究方法】大阪湾及びその周辺海域 9 ヶ所で殻長 10～15 mm 程度のアサリ試料 60 検体以上を採取した。これらのアサリから閉殻筋を摘出して Qiagen 社の DNeasy Blood & Tissue Kit によって DNA を抽出し、申請者らが開発したアサリの遺伝子変異検出方法（特開 2010-233452）のうち、7 つの MS マーカーにより、各個体群 60 検体以上を分析した。これによって得られたフラグメントサイズ情報から、分化係数（Fst）やアサイメントテストによって個体群間の遺伝子交流の程度を調べる他、ミトコンドリア DNA（以下、MtDNA とする）を加えた統合的解析を行い、ネットワークの詳細な解析を行った。なお、当初計画には無かったが、東京湾の試料を入手することができた。東京湾は大阪湾と海域面積がほぼ同じであるために、両者を比較することによ

り、大阪湾の個体群の連結性や保全策を検討できるため、その解析結果も加えて報告する。最後に、これらの結果をもとに、大阪湾の干潟生物の保全再生策を和歌浦干潟での和歌山県、和歌山市、地元漁業協同組合の具体的な取り組みを交えて検討する。

[結果と考察] 1. 東京湾と大阪湾のアサリネットワークの現状

東京湾と大阪湾（図1）で採取したアサリを用いて、昨年度実施したMS マーカーによって求めた分化係数 F_{st} 値や今年度の実施したMtDNA のハプロタイプ解析の結果を加えて解析した遺伝的な繋がりを図2に矢印で概念的に表した。これをもとに、大阪湾および周辺海域の干潟生物ネットワークの現状について考えてみる。

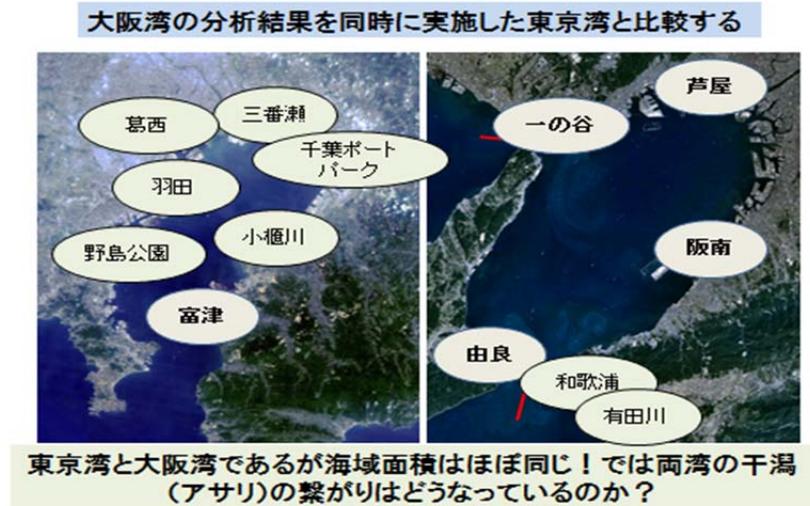
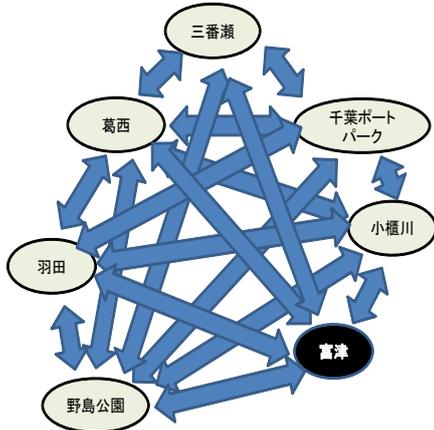


図1. 東京湾と大阪湾のアサリ試料採集場所

東京湾のアサリ個体群の繋がり(しっかり繋がっている！)



大阪湾のアサリ個体群の繋がり(孤立している?)

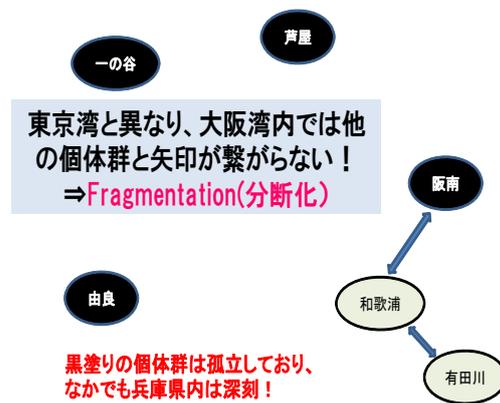


図2. 解析結果から推測される東京湾，大阪湾のアサリ個体群の連結性

東京湾は1970年代の海岸開発による埋め立て等により、干潟の面積は減少しているが、港湾域等で航跡波などによって河川等からの新たな土砂等の堆積が見られる場所がアサリの生息場所になるなど、生息場所の補償効果が見られている。加えて、東京湾は閉じた内湾であるため、東京、千葉、神奈川県内のアサリ個体群間の浮遊幼生を介した交流があり、東京湾全体で一つのメタ個体群を形成していると考えられる(図2)。一方、大阪湾は紀淡海峡と明石海峡の二つの出入り口があり、その海流構造から

淡路島側と大阪側の個体群が分断されやすい状況がある。加えて、大阪側は海岸開発により大きく改変されており、東京湾のように消失した干潟の補償効果も見られない。

そのため、各干潟や漁場間のアサリ個体群が分断化されているのではないかと考えられる（図2）。アサリのように浮遊幼生期を持つ生物を保全し、生産性を高めるためにはメタ個体群の健全化を図る必要があるが、今回の研究結果から大阪湾の現状は各干潟が分断化されているので、今後は早急に干潟間の繋がりを高めるような何らかの施策が必要と考えられた。

2. 大阪湾及びその周辺海域の干潟生物の保全再生策

1) 提案-1：海岸開発が進んだ地域での保全・再生策

本研究結果をもとに、大阪湾のアサリをモデル生物とした干潟生物の保全再生策を検討する。大阪湾の北部海域については、これまでに埋め立てによりほとんど自然海岸が残されていない。また、この海域では、海岸開発により沿岸の流れも改変されており、浮遊幼生の分散過程も大きく影響を受けている。

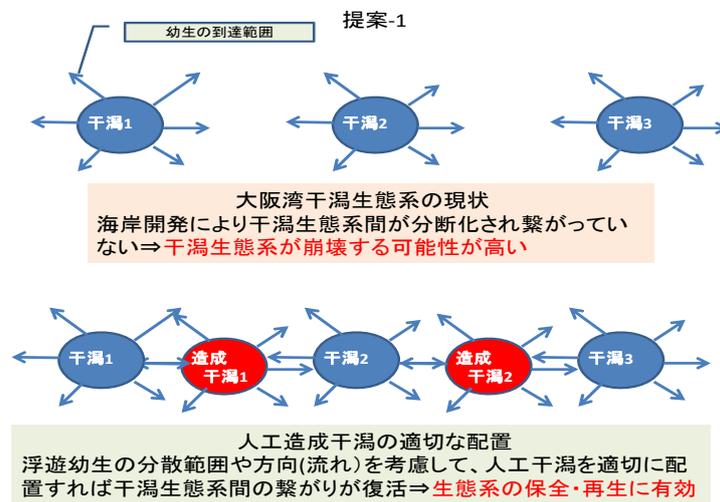


図5. 海岸開発が進んだ場所での干潟生態系のネットワーク再生策

図3. 海岸開発が進んだ場所での干潟生態系のネットワーク再生策

この海域での干潟生物の保全再生には、まず、失われた生息場所（干潟）や幼生ネットワークの再構築のために、人工干潟造成が必要である。しかし、その際には、浮遊幼生の分散等を考慮して人工干潟の配置などを、各自治体が単独で行うのではなく、大阪湾全体を見渡した巨視的な視点から考える必要がある。浜口（2011）はアサリでは浮遊幼生の分散範囲が広いので、自治体間の連携により資源保護に取り組むべきであると提唱している。図3に示すように、人工造成干潟を適切に配置すれば、干潟生態系間の繋がりが復活し、ネットワークが再生できる。従って、今後、大阪湾の干潟生物の保全・再生のための人工干潟の造成では、府県や国レベルでの大きな視点からの検討が必要と考える。

2) 提案-2：自然干潟の残る地域での再生・保全策

一方、大阪湾南部では、北部より自然海岸が残されており、弱いながらもアサリの浮遊幼生を介した生息場所間の繋がりが存在している。しかし、現在の瀬戸内海では

海岸開発や埋め立てなどのほかに、栄養塩類の低下や食害生物の増加など様々な原因によってアサリ資源が減少しており、そのことがネットワークの繋がりを減衰させ、資源減少につながっているのではないかと考えられている。そのため、これらの個々の要因に対する改善策を積極的に実施し、親個体群を増やすことによって、ネットワークを再生することが出来ると推測される（図4）。和歌浦干潟は関西随一の潮干狩り場として、多い年には7万人もの潮干狩り客が訪れ、主に、天然に発生したアサリを採捕していた。しかし、平成15年頃からアサリが減少し、平成21年には潮干狩りが中止となった。そのため、アサリ資源の再生が急務となっているが、ここでは主にナルトビエイやクロダイによる食害対策並びに栄養塩類の低下による餌不足に対応するため、網掛け保護を水産庁や県、市の予算を活用して積極的に実施している。この試みには著者らも参画し、地元関係者とともにアサリ再生策を検討している。このような試みを、今回の成果によって遺伝的繋がりが認められる阪南二区から有田川にかけての海域で実施すれば、アサリの親個体群が増加し、ネットワークが強化され、それにより resilience が高まり、アサリ資源が増加に転じるのではないかと考えられる（図4）。現在、同様の試みは尾道市内や松永湾周辺でも実施しており、各地で幼生ネットワークを考慮した自治体連携によるアサリ資源の再生策が実施されている（浜口2011）。

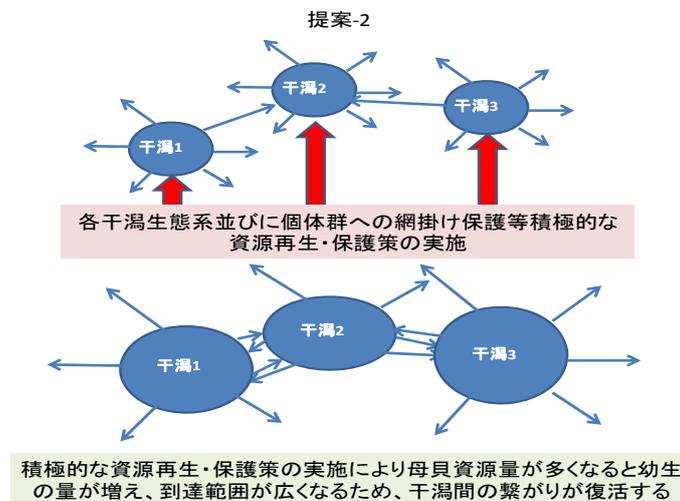


図4. 積極的な資源保護策による干潟生態系のネットワーク再生策

以上のように、東京湾と比較すると干潟間の分断化が進んでいる大阪湾においても、干潟生物の保全再生は可能であると考えるので、今後はこのような方法をどのような場所や予算体系で実施するのか、について行政、市民、研究機関等が連携して話し合い、早急に大阪湾の干潟生態系の保全・再生策を実施すべきであろう。